

Helsinki 16.3.2004

10 Rec'd 1 C

2 JUL 2005

PCT / F / 2004 / 000064

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

REC'D 26 MAR 2004

WIPO

PCT



Hakija
Applicant

Temet Instruments Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

20030214

Tekemispäivä
Filing date

12.02.2003

Kansainvälinen luokka
International class

G01J

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Infrapunamodulaattori spektrometriä varten"

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND Telefax: + 358 9 6939 5328

Infrapunamodulaattori spektrometriä varten

Keksinnön tausta

Tämän keksinnön kohteena on infrapunamodulaattori spektrometriä varten, joka modulaattori käsittää valonlähteen, säteenjakajan valonlähteen valon jakamiseksi kahteen haaraan, ensimmäisen tasopeilin ensimmäisen haaran valon ohjaamiseksi, toisen tasopeilin toisen haaran valon ohjaamiseksi, ensimmäisen, kolmesta toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa olevasta peilistä muodostetun kuutionurkkapeilin ensimmäisen tasopeilin ohjaaman valon kääntämiseksi takaisin ensimmäiselle tasopeilille, ja toisen, kolmesta toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa olevasta peilistä muodostetun kuutionurkkapeilin toisen tasopeilin ohjaaman valon kääntämiseksi takaisin toiselle tasopeilille, jolloin ensimmäinen ja toinen kuutionurkkapeili on sovitettu yhteiselle optiselle akselille heijastamaan vastakkaisiin suuntiin ja liikutettavaksi edestakaisin mainitun optisen akselin suuntaisesti. Kuutionurkkapeilien muodostama peilisysteemi on kaksoiskuutionurkka, jonka tehtävänä on palauttaa niihin tuleva valo täsmälleen takaisin tulosuuntaansa edellä mainituille ensimmäiselle ja toiselle peilille ja niiden kautta säteenjakajalle, jossa valonsäteet interferoivat keskenään.

Keksintö on tarkoitettu erityisesti käytettäväksi infrapuna- tai lähi-infrapuna-alueen Fourier-muunnosspektrometrissä säteilyn moduloimiseksi muotoon, josta Fourier-muunnoksen avulla voidaan laskea mitattavan säteilyn spektrijakautuma.

Kun mainittujen kahden valonsäteen kulkemat optiset matkat ovat täsmälleen yhtä suuret, havaitaan laitteen ulostulossa kaikkien aallonpituuksien interferenssimaksimi. Liikutettaessa kaksoiskuutionurkkaa ensimmäiseltä ja toiselta peililtä tulevien valonsäteiden suuntaisesti laitteen läpi kulkevan valon aallonpituusjakautuma voidaan mitata käyttämällä hyväksi eri aallonpituuksien interferenssejä.

Fourier-muunnos-infrapuna(FTIR)spektroskopiassa infrapunasäteilyn moduloimiseksi on käytetty erittäin monenlaisia laitteita, joista yksinkertaisin on tasopeilien käyttöön perustuva Michelsonin interferometri. Spektroskopiassa sovelluksissa on erittäin tärkeää, että modulaation synnyttävän peilin liike ei aiheuta muutoksia säteiden suuntauksissa. Tätä ongelmaa on ratkaistu esimerkiksi käyttämällä niin kutsuttua dynamic alignment järjestelmää, jossa interferometrin toisen haaran peilin suuntausta muutetaan jatkuvasti niin, että

modulaatio säilyy muuttumattomana. Toisaalta on yritetty muuttaa peilien liikettä sellaiseksi, että se ei aiheuttaisi modulaation muutoksia. Tähän on pyritty esimerkiksi käyttämällä lineaarisen liikkeen sijasta rotaatioliikettä.

Tasopeilien aiheuttamia suuntauksen ongelmia on ratkottu myös
 5 korvaamalla Michelsonin interferometrissa tasopeilit kuutionurkkapeileillä, mutta näilläkään ei ole pystytty saavuttamaan kenttäolosuhteisiin riittävän stabiilia rakennetta. Kuutionurkkapeilien käyttöön perustuvat myös US-patenteissa 4,165,183 ja 4,319,843 kuvatut kaksisädeinterferometrit, joista kuitenkin kumpaakaan ei ole suunniteltu Fourier-muunnosspektroskopiin sovelluksiin,
 10 ja siten niiden ratkaisut esimerkiksi liikutusmekanismin suhteen eivät palvele nyt puheena olevaa tarkoitusta.

Fokusoivalla interferometrilla, jollainen tunnetaan esimerkiksi US-patentista 5,459,572, on päästy lähemmäs haluttua kenttäkelpoisuutta, mutta ratkaisu on käytännössä osoittautunut herkäksi tärinälle, koska päätypeileinä
 15 käytettävät pallopeilit ovat pakostakin massiivisia ja siten alttiita mekaanisille häiriöille.

Keksinnön yhteenveto

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on toimia matalan resoluution Fouriermuunnosspektrometrin säteilyä moduloivana instrumenttina, joka sovel-
 20 tuu käytettäväksi ongelmallisissa olosuhteissa: vaihtelevissa lämpötiloissa ja tärinässä. Tähän päästään keksinnön mukaisen rakenteen avulla, jolle on tunnusomaista, että säteenjakaja ja ensimmäinen ja toinen tasopeili on tuettu samaan, yhden yhtenäisen materiaalikappaleen muodostamaan tukirakenteeseen.

25 Edullisimmin säteenjakajaa ja ensimmäistä ja toista tasopeiliä kannattava tukirakenne on kannatettu asennusalustaansa vain tukirakenteen yhdeltä rajatulta alueelta.

Paras toiminta saavutetaan, kun tukirakenne on symmetrinen siten, että säteenjakaja sijaitsee sen symmetria-akselilla ja ensimmäinen ja toinen
 30 tasopeili sijaitsevat symmetrisesti eri puolilla säteenjakajaa samalla etäisyydellä siitä ja että tukirakenteen kannatusalue asennusalustaansa sijaitsee säteenjakajan kohdalla. On myös edullista, että tukirakenne on materiaailtaan homogeenista ja massiivista materiaalia, kuten messinkiä.

Keksinnön perusidean mukaisesti haluttuun lopputulokseen eli vaihtelevia lämpötiloja sietävään ja tärinänkestoiseen rakenteeseen päästään ot-
 35 tamalla huomioon kaksi tärkeää seikkaa: symmetria ja kompakti rakenne.

Symmetrinen rakenne saavutetaan sijoittamalla säteenjakajan jälkeen tulevien ensimmäisen ja toisen peilin paikat symmetrisesti samalle etäisyydelle säteenjakajasta. Kun peilien paikat lisäksi ovat samassa kappaleessa säteenjakajan kanssa, irti muusta laitteistosta, pystytään takaamaan, etteivät lämpötilan vaihtelut pysty vaikuttamaan eri tavoin säteen eri haaroihin, esimerkiksi asennuspohjan kautta. Koska optinen matkaero on nelinkertainen liikku-
 5 van kuutionurkkasysteemin tekemään fyysiseen liikkeeseen nähden, pystytään pienelläkin liikkeellä saavuttamaan riittävä resoluutio. Modulaattorin rakenne saadaan erittäin kompaktiksi. Edelleen optiikka pystytään toteuttamaan niin,
 10 että säteenjakaja ja säteen palauttavat peilit, tässä tapauksessa kaksoiskuutionurkkasysteemi, ovat toistensa välittömässä läheisyydessä, jolloin laitteesta tulee erittäin stabiili.

Kuvioluettelo

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin edullisten suoritus-
 15 muotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa

kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen infrapunamodulaattorin toiminta-
 kaaaviokuvana,

kuvio 2 esittää keksinnön mukaisessa infrapunamodulaattorissa
 käytettävän peilien tukirakenteen edullista suoritusmuotoa perspektiivikuvana
 20 ja

kuvio 3 esittää kuvion 2 mukaista tukirakennetta poikkileikkauksena.

Keksinnön yksityiskohtainen kuvaus

Oheisen piirustuksen kuviossa 1 on esitetty kaaaviokuvana keksinnön mukaisen infrapunamodulaattorin periaatteellinen toiminta. Kuviossa 1
 25 viitenumerolla 1 on merkitty valonlähde, joka tasopeilin 2 kautta suuntaa valon säteenjakajalle 3. Säteenjakaja jakaa peililtä 2 tulevan valon kahteen haaraan, joista toinen kulkee suoraan säteenjakajan läpi ja toinen heijastuu säteenjakajasta. Suoraan säteenjakajan läpikulkeva valon haara otetaan
 vastaan tasopeilillä 5 ja säteenjakajasta heijastuva valonhaara otetaan
 30 vastaan tasopeilillä 4. Tasopeili 4 ohjaa valon kolmen toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa olevan peilin muodostamalle kuutionurkkapeilille 7, joka on sovitettu kääntämään valon tarkasti takaisin tulosuuntaansa. Samalla
 tavoin tasopeilin 5 heijastama valo käännetään tarkasti takaisin
 35 kulkusuuntaansa toisen, kolmen toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa sijaitsevan peilin muodostaman kuutionurkkapeilin 6 avulla.

Kuutionurkkapeilit 6 ja 7 on sovitettu mahdollisimman lähelle toisi-
aan yhteiselle optiselle akselille heijastamaan vastakkaisiin suuntiin. Kuu-
tionurkkapeilit 6 ja 7 muodostavat siten kaksoiskuutionurkan, jonka tehtävänä
on palauttaa niihin tuleva valo täsmälleen takaisin tulosuuntaansa eli takaisin
5 peileille 4 ja 5 ja niiden kautta säteenjakajalle 3, jossa valonsäteet interferoivat
keskenään. Kun tasopeilit 4 ja 5 on sijoitettu samalle etäisyydelle säteenjaka-
jasta 3 ja toisaalta kuutionurkkapeilit sijaitsevat samalla etäisyydellä tasopei-
leistä 4 ja 5, ovat valonsäteiden kulkemat optiset matkat täsmälleen yhtä suu-
ret, jolloin laitteen ulostulossa havaitaan kaikkien aallonpituuksien interferens-
10 simaksimi. Tämä ulostulo saadaan tasopeililtä 8, joka vastaanottaa valon sä-
teenjakajalta ja joka ohjaa valonsäteen infrapunamodulaattorin ulkopuolelle.
Liikutettaessa kaksoiskuutionurkkaa optisen akselinsa suunnassa eli tasopei-
leiltä 4 ja 5 tulevien valonsäteiden suunnassa edestakaisin, voidaan laitteen
läpi kulkevan valon aallonpituusjakautuma mitata käyttämällä hyväksi eri aal-
15 lonpituuksien interferenssejä. Kuvion 1 järjestelmä muodostaa siten modulaat-
torin, jollaista voidaan käyttää spektrometrissa. Tällaisen modulaattorin avulla
mitattava säteily kyetään moduloimaan muotoon, josta Fourier-muunnoksen
avulla voidaan laskea säteilyn spektrijakautuma.

Esillä olevan keksinnön mukaisesti on aikaansaatu infrapunamodu-
20 laattori, joka on aikaisempaa epäherkempi lämpötilanvaihteluille ja tärinälle.
Keskeisin syy tähän on rakenne, jonka avulla infrapunamodulaattorin osat on
yhdistetty toisiinsa. Erityisesti kysymys on säteenjakajan 3 ja tasopeilit 4 ja 5
toisiinsa sitovasta tukirakenteesta, joka keksinnön mukaisesti on toteutettu yh-
tenä yhtenäisenä materiaalikappaleena, joka on materiaaaliltaan homogeenista
25 ja massiivista materiaalia, kuten messinkiä.

Keksinnön mukaisen tukirakenteen edullinen suoritusmuoto on esi-
tetty perspektiivikuvana kuviossa 2. Kuviossa 2 säteenjakajan 3 ja tasopeilit 4
ja 5 toisiinsa kiinteästi yhdistävä tukirakenne 9 on kuvattu alaviistosta siten, et-
tä sen kiinnitysalue asennusalustaan on näkyvissä ja sitä on merkitty viitenu-
30 merolla 10. Asennusalustan yläpuolella sijaitseva yleisesti ottaen suuntaissär-
mien muotoinen tukirakenteen osa, jota on merkitty viitenummerolla 11, on tar-
koitettu säteenjakajan 3 kiinnittämiseen. Säteenjakaja 3 kiinnitetään osassa 11
olevaan aukkoon tunnetulla tavanomaisella tavalla siten, että se kyetään tar-
kasti asemoimaan.

35 Tukirakenne 9 muodostaa ylhäältäpäin katsottuna T:n muotoisen
kappaleen, jossa T:n jalka on kuitenkin suhteellisen lyhyt ja muodostuu edellä

mainitusta osasta 11, joka siis on tarkoitettu säteenjakajan 3 kiinnittämiseen. Tämä tukirakenteen muoto ilmenee parhaiten kuviossa 3. T:n ylähaaraan, jota kuviossa 2 on merkitty viitenumerolla 12, on muodostettu tästä haarasta oleellisesti samansuuntaisena osan 11 kanssa ja siitä poispäin ulkonevat haarak-
 5 keet 13 ja 14, jotka on sijoitettu haaran 12 päihin. Nämä haarat 13 ja 14 on tarkoitettu tasopeilien 4 ja 5 kiinnittämiseen. Nämä haarat 13 ja 14 on varustettu aukoilla, joihin tasopeilit 4 ja 5 kiinnitetään niiden tarkan asemoinnin mahdollistavilla tavanomaisilla välineillä. Jotta valonsäteet pääsevät esteettömästi kul-
 10 kemaan säteenjakajalta 3 haarojen 13 ja 14 aukkoihin tuettuihin tasopeileihin 4 ja 5, on tukirakenteen 9 osa 12 muotoiltu kuviossa 2 esitetyllä tavalla siten, että osan 12 muodostama yleisesti laattamainen kappale on keskeltä avoin.

Kuten kuviossa 1 ilmenee, on kaksoiskuutionurkkajärjestelmä, jonka kuutionurkkapeilit 6 ja 7 muodostavat, tarkoitettu sijoittavaksi tasopeilien 4 ja 5 väliin. Kuvioista 2 ja 3 ilmenee, että tämä myös käytännössä on mahdollista.
 15 Kappaleessa 12 oleva aukko ja tasopeilien 4 ja 5 sijoittaminen haaroihin 13 ja 14 mahdollistavat kaksoiskuutionurkan sijoittamisen tasopeilien 4 ja 5 väliin siten, että sitä voidaan liikuttaa edestakaisin tukirakenteen 9 muodostamatta tälle estettä.

Kuten kuvioista 2 ja 3 ilmenee, on säteenjakajan 3 ja tasopeilit 4 ja
 20 5 yhdistävä tukirakenne muodostettu yhdestä yhtenäisestä materiaalikappaleesta. Parhaan mahdollisen tärinänkestoisuuden aikaansaamiseksi tukirakenteen 9 materiaali on homogeenista ja massiivista, kuten esimerkiksi messinkiä. Tukirakenne 9 sitoo säteenjakajan 3 ja peilit 4 ja 5 toisiinsa siten, että ne eivät missään olosuhteissa pääse siirtymään toistensa suhteen. Lisäksi tukirakenne
 25 9 on symmetrinen siten, että säteenjakaja 3 sijaitsee sen symmetria-akselilla ja peilit 4 ja 5 sijaitsevat symmetrisesti säteenjakajan 3 eri puolilla samalla etäisyydellä siitä.

Erittäin oleellista keksinnön mukaisessa infrapunamodulaattorissa on myös, että tukirakenne on kiinnitetty asennusalustansa, kuten modulaattorin runkoon tai koteloon, vain yhdeltä rajatulta alueelta. Tämä alue on merkitty
 30 kuviossa 2 viitenumerolla 10. Se sijaitsee tukirakenteen symmetria-akselilla säteenjakajan 3 alapuolella. Kuten kuviossa 2 ilmenee, alue 10 on varustettu kolmella kannatusnastalla 15, joissa on keskeiset poraukset 16, jotka on varustettu sisäkierteellä. Siten tukirakenne 9 voidaan kiinnittää asennusalustaan
 35 tuomalla sen läpi kolme ruuvia, jotka työntyvät kannatusnastojen 15 porauksiin 16 ja kiinnittävät tukirakenteen 9 alustaan. Tällä tavoin tukirakenne on kann-

tettu vain yhdestä kohdasta, joka sijaitsee symmetrisesti tukirakenteeseen nähden. Tällainen kannatustapa on edullinen sekä tukirakenteen 9 lämpölaajenemisen että värinänkestoisuuden kannalta. Tällaista kiinnitystapa käyttäessä tukirakenteen 9 mahdollinen lämpölaajeneminen lämpötilavaihteluiden yhteydessä vaikuttaa tasaisesti koko rakenteeseen, jolloin tukirakenteen 9 symmetrinen mitoitus säilyy muuttumattomana.

Koska kaksoiskuutionurkkapeilisysteemin 6, 7 liikutusmekanismi ei ole tämän keksinnön kohteena, ei sitä kuvata yksityiskohtaisemmin. Seuraavassa kuitenkin tarkastellaan tälle liikutussysteemille asetettuja vaatimuksia ja sen mahdollisia toteutustapoja tunnettuun tekniikkaan nojautuen.

Säteet palauttavan kaksoiskuutionurkkapeilisysteemin 6, 7 liikuttamisessa on vaatimuksena liikkeen pysyminen tarkasti peilien optisella akselilla ja erityisesti peilisysteemin kummankin puoliskon nurkkien pysyminen tarkasti samassa asemassa optiseen akseliin nähden. Värinälle ja lämpötilan vaihteluille alttiissa kenttäolosuhteissa tämä on kova vaatimus, kun laitteen tulee vielä olla kompakti. Kysymykseen ei siten tule US-patenttijulkaisun 4,165,183 mukainen kisko-ohjattu hihnavetoinen liikutusmekanismi, joka on tarkoitettu lähinnä laboratorio-olosuhteisiin, vaan oleellisesti parempi ratkaisu tunnetaan US-patenttijulkaisusta 5,457,531. Siinä säteet palauttavaa peilisysteemiä liikuttava mekanismi on heilurityyppinen, vähintään kaksi joustavaa vartta sisältävä liikutusmekanismi, jolla säteet palauttavan peilisysteemin liike saadaan halutulla liikutusalueella lineaariseksi. Kyseisestä julkaisusta tunnettu liikutusmekanismi sisällytetäänkin tähän hakemukseen tämän viittauksen kautta.

Yllä keksinnön mukaista infrapunamodulaattoria on kuvattu vain yhden esimerkinomaisen suoritusmuodon avulla. Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuun esimerkkiin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Infrapunamodulaattori spektrometriä varten, joka modulaattori käsittää valonlähteen (1), säteenjakajan (3) valonlähteen valon jakamiseksi kah-
 5 teen haaraan, ensimmäisen tasopeilin (4) ensimmäisen haaran valon ohjaami-
 seksi, toisen tasopeilin (5) toisen haaran valon ohjaamiseksi, ensimmäisen,
 kolmesta toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa olevasta peilistä muodos-
 tetun kuutionurkkapeilin (7) ensimmäisen tasopeilin (4) ohjaaman valon kään-
 10 tämiseksi takaisin ensimmäiselle tasopeilille (4), ja toisen, kolmesta toisiinsa
 nähden kohtisuorassa suunnassa olevasta peilistä muodostetun kuutionurkka-
 peilin (6) toisen tasopeilin (5) ohjaaman valon kääntämiseksi takaisin toiselle
 tasopeilille (5), jolloin ensimmäinen ja toinen kuutionurkkapeili (7, 6) on sovitet-
 tu yhteiselle optiselle akselille heijastamaan vastakkaisiin suuntiin ja liikutetta-
 15 vaksi edestakaisin mainitun optisen akselin suuntaisesti, t u n n e t t u siitä, et-
 tä säteenjakaja (3) ja ensimmäinen ja toinen tasopeili (4, 5) on tuettu samaan,
 yhden yhtenäisen materiaalikappaleen muodostamaan tukirakenteeseen (9).

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen infrapunamodulaattori, t u n -
 n e t t u siitä, että mainittu tukirakenne (9) on kannatettu asennusalustaansa
 vain tukirakenteen yhdeltä rajatulta alueelta (10).

20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen infrapunamodulaattori,
 t u n n e t t u siitä, että tukirakenne (9) on symmetrinen siten, että säteenjakaja
 (3) sijaitsee sen symmetria-akselilla ja ensimmäinen ja toinen peili (4, 5) sijait-
 sevat symmetrisesti eri puolilla säteenjakajaa samalla etäisyydellä siitä ja että
 tukirakenteen kannatusalue (10) asennusalustaansa sijaitsee säteenjakajan
 25 (3) kohdalla.

4. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 3 mukainen infrapunamodulaatto-
 ri, t u n n e t t u siitä, että tukirakenne (9) on materiaaliiltaan homogeenista ja
 massiivista materiaalia, kuten messinkiä.

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on infrapunamodulaattori spektrometriä varten, joka modulaattori käsittää valonlähteen (1), säteenjakajan (3) valonlähteen valon jakamiseksi kahteen haaraan, ensimmäisen tasopeilin (4) ensimmäisen haaran valon ohjaamiseksi, toisen tasopeilin (5) toisen haaran valon ohjaamiseksi, ensimmäisen, kolmesta toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa olevasta peilistä muodostetun kuutionurkkapeilin (7) ensimmäisen tasopeilin (4) ohjaaman valon kääntämiseksi takaisin ensimmäiselle tasopeilille (4), ja toisen, kolmesta toisiinsa nähden kohtisuorassa suunnassa olevasta peilistä muodostetun kuutionurkkapeilin (6) toisen tasopeilin (5) ohjaaman valon kääntämiseksi takaisin toiselle tasopeilille (5), jolloin ensimmäinen ja toinen kuutionurkkapeili (7, 6) on sovitettu yhteiselle optiselle akselille heijastamaan vastakkaisiin suuntiin ja liikutettavaksi edestakaisin mainitun optisen akselin suuntaisesti. Keksinnön mukaisesti säteenjakaja (3) ja ensimmäinen ja toinen tasopeili (4, 5) on tuettu samaan, yhden yhtenäisen materiaalikappaleen muodostamaan tukirakenteeseen.

(Kuvio 1)

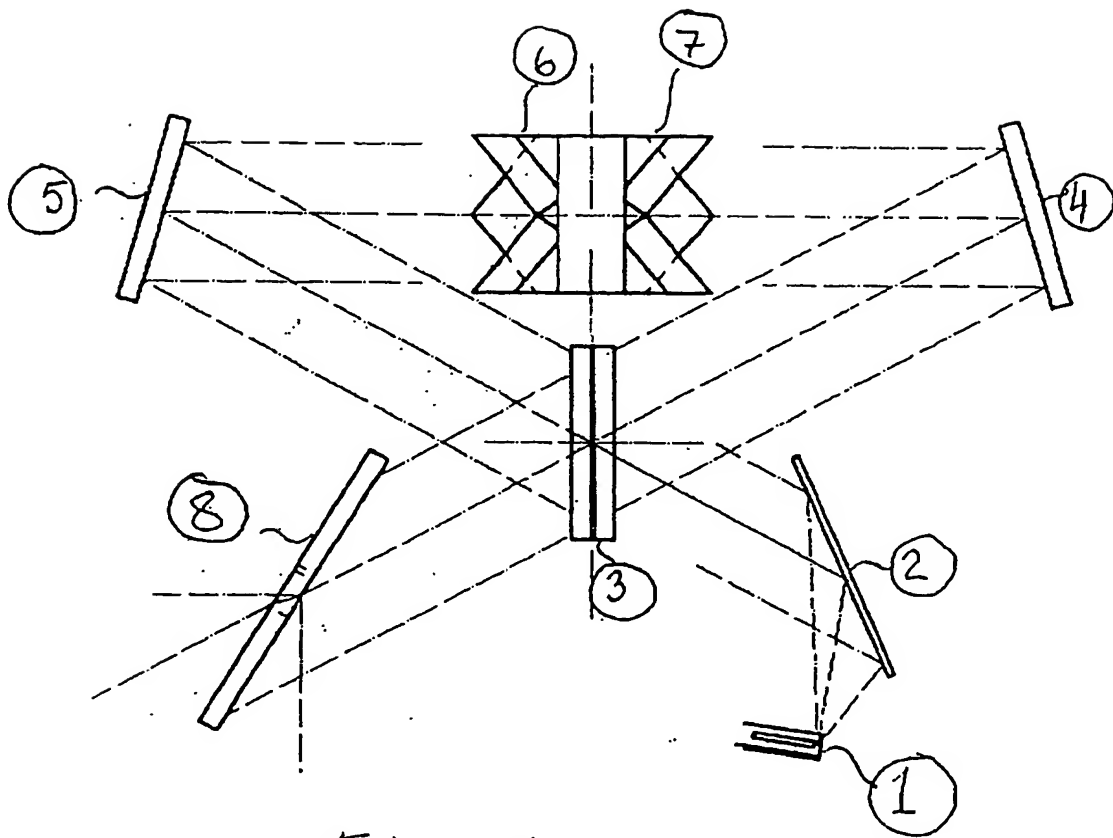


FIG. 1

